ENTAMEN PHYSICUM,

INAUGURALE,

QUÆDAM

DE

VAPORATIONE

COMPLECTENS.

QUOD,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

Ex Auctoritate Reverendi admodum Viri,

GULIELMI ROBERTSON, S.S.T.P.

ACADEMIÆ EDINBURGENÆ Praefecti;

NECNON

Ampliſſimi SENATUS ACADEMICI conſenſu,

nobiliſſimae FACULTATIS MEDICÆ decreto,

o GRADU DOCTORALI,

MMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;

Eruditorum examini ſubjicit

ACOBUS PATERSON,

BRITANNUS.

Soc. Reg. Med. Edin. Sod. Extraord.

Et Soc. Phyſico-Chirurg. Soc. Honorar.

Prid. Id. Septemb. hora locoque ſolitis.

E cauſeth the vapours to aſcend from the ends of the earth, he h lightnings for the rain: he bringeth the wind out of his treaſuries.

PSALM CXXXV. 7.

EDINBURGI:

Apud BALFOUR et SMELLIE,

Academiae Typographos.

M,DCC,LXXXIII.

Conſobrino ſuo,

DUGALDO STEWART,

In alma hac Academia

Matheſeos Profeſſori,

Societatis Regiae Edinenſis a conſiliis;

Quem,

Praeceptorem, Amicum, Parentem,

Expertus eſt;

Leve hoc amoris et obſervantiae pignus

Conſecrat

AUCTOR.

TENTAMEN PHYSICUM,

INAUGURALE,

DE

EVAPORATIONE.

PROOEMIUM.

INTER tot tamque diverſas naturae operationes, inter eas ſaltem quas adhuc compererunt philoſophi, nulla vel per ſe mirabilior videtur, neque cujus effectus aut diffunduntur latius, aut magis ſalutares evadunt, quam humoris circuitus.

Quis divinare potuiſſet jugerum terrae, etiam poſtquam ſub Sole aeſtivo arſerit, tamen, calente die, pluſquam 1600 congios aquae, duodecim horis, in aërem diſpergere †?

A Quid

† Vide Watſon's chemical eſſays, vol. 3. p. 52.

Quid mirabilius, quam tantam aquae molem in aëre ſuſpenſam comperire, etiamſi aër ſit 800 vicibus aqua levior? Et quaenam alia cauſa unica effectus producit vel magis ſalutares, vel latius diffuſos, quam hujus aquae deſcenſus in pluvia, in rore, in nive, et in grandine, fontes amneſque formans, et humorem in terrae poros inſinuans, unde plantis et animalibus derivatur alimentum?

Aſcenſu vaporum, radios lucis refringentium, formantur iris, et alia diverſa in coelo meteora, quibus ſtupent mortales. Eodem proceſſu, nubes in ſuperioribus atmoſphaerae regionibus, inque inferioribus nebulae, naſcuntur.

Nemo nunc ignorat quam neceſſarium ſit et plantarum et animalium ſaluti, juſtam humoris quantitatem a ſuperficiebus perpetuo vaporari.

Homines quoque vim hancce utilem conſiliis ſuis ſubjecerunt. Hinc pendent multi graviſſimique, tum in chemia tum in artibus mechanicis, proceſſus; exemplorum gratia, nec pluribus opus eſt, diſtillationes omnigenae, atque ſalium et extractorum praeparationes. Omnes norunt machinam nobiliſſimam, qua philoſophia mechanica gloriatur, ope vaporis calidi ſola moveri.

Variis

Variis modis conati ſunt philoſophi, hujus phaenomeni inſignis rationem reddere ; hypotheſi unicuique ſui defenſores non defuerunt ; harum autem pleraeque, datis falſis, vel haud naturae convenientibus, niſae, defenſorum votis non reſponderunt. In hoc tentamine cauſas praecipuas hactenus prolatas in animo eſt conſiderare ; et, quatenus poſſim, determinare conabor, quaenam earum revera exiſtere, optime probatur, et quae ſimul etiam omnía phaenomena obſervata juſtiſſime explicat.

CAPUT I.

De Evaporationis theoriis diverſis.

SECT. I.

Nieuwentytus, aliique complures, ut aſcenſum aquae in aërem, ipſa tanto leviorem, explicarent, ſunt imaginati particulas ignis, a Solis radiis ſeparatas, et particulis aquae adhaerentes, formare ſimul moleculas aëre leviores, quaſque igitur per leges hydroſtaticorum aſcendere neceſſe eſt, donec ad aërem ipſis non graviorem perveniant, ubi

in

in nubem tenuem formantur. Poſuerunt hi philoſophi, gigni pluviam ex ſeparatione particularum ignearum ab aquaticis, unde hae coaleſcunt, et in guttis pluviae, vel roris, gravitate ſua deſcendunt †.

Satis conſtat, Nieuwentytum ejuſque ſectatores neutiquam imaginari, ignem in corporibus fixum et latentem fieri poſſe. Hinc, ſecundum horum hypotheſin, ex hac ignis et aquae miſtura calor gigni, quem tranſiens per nebulam homo ſentire, debet; cum tamen vapor eſt revera frigidior quam pluvia ipſa. Porro, ſi vera eſſet hypotheſis, vaporatio calorem gigneret oportet; ſed e contrario frigus plurimum gignit.

S E C T. II.

Opinio altera de vaporum aſcenſu et ſuſpenſione, quae olim multum obtinuit, ſic explicari poteſt. Quanquam aqua ſit multo gravior aëre, tamen ſi diminuta particularum magnitudine, ejus ſuperficies plurimum augeatur, quando ſemel vento vel cauſa alia tollitur, non facile deſcendet:

† Nieuwentyt's religious philoſopher, contempl. 19. § 13. ad § 25.

ſcendet; pondus enim uniuſcujuſque particulae diminuitur, ut cubus ex diametro, quum ſuperficies cui proportionalis eſt aëris reſiſtentia diminuitur tantum ut quadratum ex eadem. Hoc autem ſatis ex eo conſtat, quod pulvis aliaque corpuſcula levia in aëre longius aut brevius natant, prout ſunt magis vel minus minuta †.

Ut videamus quam minime ſufficit haecce theoria, ſatis erit notare, aſcenſum pulveris et corpuſculorum talium in aërem, ſemper ex quadam vi externa adhibita oriri; vapores autem continuo, tempeſtate ſerena aeque ac ventoſa, aſcendere, neque, vento ceſſante, niſi in certo rerum ſtatu, ad terram cadere; ſemper enim iis oneratus eſt aër,

S E C T. III.

Illuſtris Carteſii ſectatores docuerant, particulas aquae in ſphaerulas cavas a calore Solis formari, et haſce materia ſubtili, quam *auram* nominarunt, impletas, aëre levio-res

† Dr Wallis in Lowthorp's Philoſp. Tranſ. abridged, vol. 2. p. 124. Deſagulier's experimental philoſophy, vol. 2. p. 309. Barlow on the generation of rain, p. 40.

res fieri, et ſic facile attolli. Hoc modo aſcendere credebant, donec ad aërem gravitatis ſpecificae ejuſdem cujus erant ipſae perveniſſent, ubi nubes ſunt factae. Hanc doctrinam revocarunt, vel potius de novo formarunt, Hallaeus et Derhamius; narratque Deſagulierus hanc opinionem, tempore quo ſcripſit, plerumque obtinere. Hallaeus poſuit, ſphaerulas aëre plurimum rarefacto diſtendi; et inde ſic ratiocinatur. Si aquae particula expanderetur in bullam, cujus diameter erat decies major quam antea in ſtatu aquatico, hujus particulae magnitudo millies augeretur: Et quoniam aër ſit tantum 800 vicibus levior aqua, in ſtatu ordinario, talis igitur bulla aſcenderet, donec, propter calorem diminutum et aëra leviorem factum, aut ſiſteret in certa atmoſphaerae regione, aut condenſaretur, et in pluvia vel rore deſcenderet †.

Materia ſubtilis, quam haſce aquae veſiculas inflare poſuerunt Carteſiani, nunquam juſte definita eſt; ignoramus quid ſit; de illa igitur non eſt ratiocinandum. Neque facile cum Hallaeo concipere poſſumus, quomodo Sol, quum in unaquaque ſuperficiei aquae parte vi agit eadem, aërem intra ſphaerulas tanto calidiorem et rariorem aëre ambiente

† Lowthorp's abridgement, vol 2. p. 126. Deſagul. philoſ. vol. 2. p. 309. Derham's phyſico-theology, p. 20. et p. 48. Note A.

ambiente reddere poſſit. Sed pone has ſphaerulas jam formatas, aër externus frigidior eas caloris exceſſu cito privaret, adeo ut non niſi momento temporis durarent, et vapor pro compluribus milliariis non ultra paucos pedes exſurgeret. Videmus quam cito diſrumpuntur bullae ex aqua ſaponacea confectae; hanc autem, aqua communi multo tenaciorem, diutius aëra incluſum retinere neceſſe eſt. Ex hac quoque theoria calor debet inter vapoporandum augeri †; res tamen omnino aliter ſeſe habet.

S E C T. IV.

Anno 1729, Deſagulierus pro Societate Regia diſſertationem recitavit, in qua theoriam evaporationis novam propoſuit ‡. Cum Newtono notat, vim inter corporum particulas repulſivam a calore augeri, et particulas aquae in vaporem converſas, non tantum ſe invicem, ſed etiam particulas aëris, ad intervallum nonnullum repellere. Sin autem

† Vide Derham's phyſico-theology, p 49 Note A. ubi, quod inſulae minus quam terrae continentes dura hyeme frigeſcant, ad vapores calidos mari genitos cauſam refert.

‡ Phil. Tranſ. No. 407. et Deſaug. exper. phil. vol. 2. p. 306.

autem aqua plus 800 vicibus ſupra ſtatum ſolitum expanderetur, fieret aëre levior, et proinde aſcenderet. Quivis autem caloris gradus, inquit Deſagulierus, aquam plus quam aërem rarefacit. Sic aquae ebullientis calor aërem duobus tantum partibus ex tribus rarefacit, cum aquam convertit in vaporem, qui eſt 14000 vicibus rarior quam aqua in ſtatu ordinario. Tunc ſumit pro conceſſo, expanſiones, et in aqua et in aëre omnibus caloris gradibus inferioribus genitas, fore gradibus ipſis juſte proportionales: Calculum ſic inſtituit. In caloris ſcala Newtoni † aquae ebullientis calor notatur 34; aeſtatis calor medius 5; veris et autumni calor medius 3; et hyemis calor medius 2. Sin autem aquae expanſio 34 caloris gradibus ſit 14000, erit expanſio 5 gradibus 2058; 3, gradibus 1235; et 2, medio hyemis calore, erit 823; quae quidem expanſio ſufficit ciere vaporem, quippe cujus denſitas ſolita eſt ad aëris denſitatem ut 800 ad 1. Ita vaporis quantitates, ex aquae particulis et vacuitatibus conſtantes, in atmoſphaeram aſcendere, et nubes formare putat; et altitudinem computat, ubi diverſis anni tempeſtatibus ſuſpendi, ſecundum theoriam ſuam, deberent; quod rebus obſervatis omnino congruere credit.

In

† Phil. Tranſ. No. 270.

In diſſertatione ſecunda, Deſagulierus oſtendere conatur, vaporis aſcenſum electricitate promoveri. Particulas aqueas imaginatur, ab aëre electricitatem accipere, unde et ſe invicem et aërem repellunt. Sic rarior fit vapor, faciliuſque aſcendit †.

Multa ſunt quae huic hypotheſi objici licet. Secundum eam, quantitas quaelibet aquae ſupra ignem poſita longe prius exhalaretur, quam ad ebullitionis punctum pertingeret; cito enim caloris gradum pateretur, multo majorem quam hic evaporationi neceſſaria reperitur ‡. Si vel hyemis calor ſufficit aquam expandere, adeo ut in vaporem aëre leviorem converteretur, quaenam vis contra gravitatis leges eam infra detinet? cur non omnis vaporatur §?

Sed totum opinione falſa niti videtur. Ab experimento quod fecit Nieuwentytus cum Æolipilo ‖ (unde parum concludi rite debuiſſet) aſſeruit Deſagulierus, aquam in

 vaporem

† Experim. philoſ. vol. 2. p. 336. et ſeq.

‡ Vid. Rowning's Natural Philoſ. vol. 1. p. 136.

§ Kames in Phyſical and Literary Eſſays, vol. 3. p. 84.

‖ Religious Philoſopher, cont. 25. ſect. 6.

vaporem converſam 14000 vicibus rariorem quam in ſtatu ſolito fieri. Sed non amplius rarefieri, quam 1660 vicibus, reperit, periculis accuratioribus Glaſcuae factis, vir ingenioſus Jacobus Watt †. Cum magna quoque temeritate Deſagulierus ſine probatione aſſumpſit, rarefactiones aquae et aëris gradibus caloris inferioribus genitas, eſſe gradibus ipſis juſte proportionales. Hoc certe a veritate longe adverſum eſt; quoniam a gradibus caloris inferioribus aqua parum, ſed aër plurimum, expanditur ‡. Vaporis quidem particularum vis repulſiva infra ebullitionis gradum eſt vix conſideranda, et omnino impar ad vapores alte in atmoſphaeram tollendos §. Externus quoque aër frigidus vaporem hunc elaſticum calidum ad temperiem ſuam cito reduceret, neceſſe eſt.

S E C T. V.

Praetermiſſa hac hypotheſi, utpote omnino inepta, pergamus aliam examinare, quae majorem veri ſimilitudinem prae ſe ferre videtur.

Ab

† Blackii praelectiones.

‡ Ibid.

§ Clare on the motion of fluids, p. 304.

Ab anno uſque 1691, Hallaeus opinionem ſuam de fontium origine, Societati Regiae tradens, verbis ſequentibus uſus eſt. 'The air of itſelf would imbibe a certain 'quantity of aqueous vapours, and retain them *like ſalts* '*diſſolved in water;* the ſun warming the air and raiſing 'a more plentiful vapour from the water in the day time, 'the air would ſuſtain a greater portion of vapour, as 'warm water will hold more diſſolved ſalts, which, upon 'the abſence of the ſun in the nights, would be all again 'diſcharged in dews, analogous to the precipitation of 'ſalts on the cooling of liquors †.'

Qui conjecturam crudam inconſulte profert, vel qui rem obiter tantum tangit, is pro auctore hypotheſeos certe non eſt habendus; attamen veri videtur ſimillimum verba ſupra memorata eſſe revera originem theoriae illius, quam poſt Hallaeum tot ſcriptores propriam tanquam propoſuerunt.

M. le Roy de aquae in aëre ſolubilitate diſſertationem ingenioſam anno 1751 emiſit. In hac notat, quod ſi die ſereno

† Lowthorp's abridgement, vol. 2 p. 127; or, Philoſ. Tranſ. No. 193.

ſereno vas vitreum ſubere accurate occludatur, aquam in aëre, qui ſiccus apparet, contentam, calore minuto praecipitatem fore, in rorem intra vas converſam; atque hunc rorem evaneſcere, iterum ſcilicet ab aëre intra vas diſſolutum, quandocunque aër calorem recuperaverit.

Franklinius hoc principium, aquae nempe in aëre ſolubilitatem amplius illuſtravit, in chartula quam anno 1756, coram Societate Regia, recitavit, et poſtea inter opera ſua vulgavit †.

In Gallica Encyclopaedia, anno 1756 edita, locum ſequentem invenimus. ‘ On voit par la combien ſe trom-
‘ pent ceux qui s'imaginent, que l'humidité qu'on voit
‘ s' attacher autour d'un verre plein d'un liqueur glacé
‘ eſt un vapeur condenſée par le froid; cet effet, de même
‘ que celui de la formation des nuages, de la pluie, et des
‘ tous les meteors aqueux, eſt un vraie precipitation chy-
‘ mique, par un degré de froid qui rend l'air incapable
‘ de tenir en diſſolution toute l'eau dont il s'etoit chargè,
‘ par l'evaporation dans un tems plus chaud; et cette
‘ precipitation eſt preciſement du même genre que celle
‘ de

† On electricity, p. 182.

‘ de la creme de tartre, lorſque l’eau qui la tenoit en diſ-
‘ ſolution s’eſt refroidie †.’

Muſchenbroekus inter cauſas alias, quibus vaporis ſuſpenſionem attribuit, manifeſto alludit ad aquae in aëre ſolutionem, quam ſalium in aqua ſolutioni comparat ‡.

Nolletus in praelectionibus conjicit, aërem tanquam menſtruum in aquam agere; ſed neque hoc confirmare conatur, neque ad varia phaenomena, quae evaporatio producit, explananda utitur.

Henricus Home de Kames, quoque, inter caeteros, hanc opinionem Societati Philoſophicae in hac urbe propoſuit. Charta ejus inter Societatis tentamina et obſervationes, anno 1771, eſt vulgata ||.

Inter tentamina Georgica ab Huntero, eodem anno Eboraci vulgata, chartula a Gul. White, M. D. conſcripta, quae hanc ipſam doctrinam continet, invenienda eſt §.

Sed,

† Encyc. Franc. tom. 6. p. 283. fol. ed.

‡ Introd. ad phil. Natural. vol. 2 p. 965.

|| Eſſays phyſical and literary, vol. 3. p. 80.

§ Georgical eſſays, vol. 2. p. 15. ed. prima.

Sed, quanquam multi philoſophi mentionem de aquae in aëre ſolubilitate ante Hamiltonum fecerant; attamen, ut ſuum cuique reddatur, confitendum eſt, neminem hanc rem tam accurate tractaviſſe, neque tam feliciter ad varia phaenomena explicanda adhibuiſſe, quam illum in diſſertatione, anno 1765, apud Societatem Regiam recitata, poſteaque una cum quibuſdam aliis ejuſdem auctoris diſſertationibus in lucem edita †.

Hanc opinionem argumenta ſequentia valde probabilem reddunt.

A Baconi uſque temporibus ſancita eſt haec philoſophandi regula, effectus ſimiles ad cauſas ſimiles eſſe referendos; eſtque philoſophorum opus phaenomena inter ſe accurate comparare, quaeque ex omni parte ſimilia ſint, ad idem genus referre, et iiſdem cauſis tribuere. Hoc modo cauſae, quas exiſtere jam probatum ſit, generaliores reddentur, et ſcientia noſtra latius promovebitur. Si igitur aquae in aëre et ſalium in aqua ſuſpenſio, alteri altera penitus ſimilis reperiatur, utraſque ex eadem cauſa oriri, quodque vaporationem appellamus nihil eſſe aliud niſi

† Phil. Tranſ. vol 55. p. 146. et ſeq. et Phil. Eſſays by Hugh Hamilton, D. D. F. R. S. 1772.

niſi aquae in aëre ſolutionem lentam, par eſt concludere †.

Per ſolutionem intelligitur, conjunctio inter corporis et fluidi particulas adeo intima, ut totum moles homogenea appareat, aeque ac ante conjunctionem erat fluidum, tránſlucida, atque in hoc ſtatu manens, donec cauſa aliqua externa mutationem induxerit. Solutionis natura a ſcriptoribus chemicis hoc modo explicata eſt: Quando corporis particulae, fluido circumfuſae, minus inter ſe quam a fluido attrahuntur, neceſſe eſt ut invicem ſeparentur, ut cum fluidi particulis conjungantur, ibique ſuſpenſae maneant. Sic in aqua varii ſales diſſolvuntur, aurum in aqua regia, et in acidis aliis caetera metalla.

Certum eſt, aëris elaſtici quantitatem haud parvam ſemper in aqua contineri; ſi enim aqua in excipulo exhauſto ebulliat, aër ſeparatur. Experimentis etiam compertum eſt, hunc aërem ex aqua extricatum, ſpatium occupare multo majus quam aqua ipſa in qua includebatur ‡. Si vero particulas auri, corporis adeo gravis, in aqua regia per fluidi particularum attractionem ſuſpendi

concedatur,

† Hamilton on evaporation, p. 6. &c.

‡ Boerhaavii elementa chemiae, vol. I. p 521.

concedatur, certe non abſurdum eſt credere, aërem, corpus adeo leve et elaſticum, ſub aqua retineri ſimili vi, ſine qua ad ſuperficiem exſurgeret, evaderetque. Immo, ſi aqua, quantum fieri poſſit, aëre ſuo privetur, et hac aqua impleatur phiala, ſi deinde admittatur aëris quantitas parvula, aqua, ut oculis etiam percipietur, paucis diebus aërem abſorbebit †.

Aër contra ſemper nonnihil aquae continet, etiam quando purus omnino et ſiccus apparebit. Hoc probatur ex magna humoris quantitate, quam inde attrahit ſal tartari, vel acidum vitrioli concentratum ‡. Quoniam igitur aër, qui fluidum eſt, corporis alterius particulas in ſe continet, et tamen aeque tranſlucidus ac antea manet, quod quidem verae ſolutionis indicium minime fallax ſemper aeſtimatur; quid obſtat, quin veram hic aquae in aëre ſolutionem evenire, concludamus ‖?

Haec autem ratiocinatio amplius confirmabitur, ſolutionis ordinariae et evaporationis proprietates per omnia ſingulatim comparando.

1. S

† Boerhaavi elementa chemiae, vol. 1. p. 521.

‡ Ibid. p. 464.

‖ Hamilton, p. 13.

1. Si in vas aqua plenum ſalis fruſtulum injiciatur, cito iſſolvi incipit, et aqua in imo craſſa et onuſta apparet; quieſcat aqua, ſolutio lentiſſime procedit; ſi vero cirımagatur, ſal brevi diſſolvitur. Hoc autem evaporaoni juſte reſpondet. Tempeſtate ſerena, aër ſuperficiei halanti proximus particulis aqueis onuſtus apparet, atıe evaporatio lente procedit; ſed, quando aëris rivulus r ſuperficiem exhalantem tranſit, proceſſus valde proovetur †.

2. Si aqua ſalem qui diſſolvitur continens lente agiter, aſcendet in ſpiris inter reliquam aquam pars ſale ſarata, atque lucis radios diverſe refringendo, rebus per viſis motus tremuli ſpeciem inducet; hoc durabit, do- ſal per aquam totam diffundatur, et tunc liquor pelidus fiet. Simili modo, quando vapor in aërem aſcen-, primum in ſpiris apparet, rebuſque per ſe viſis illam tus tremuli ſpeciem inducit; ſed quandocunque peni- diffunditur, aër iterum pellucidus ſit ‡.

3. Plerumque accidit ut fluidum diſſolvens, quod checi *menſtruum* vocant, corporis diſſoluti quantitatem cer-

C tam

† Hamilton, p. 13.

‡ Ibid. p. 15.

tam tantummodo aſſumere valeat; et plus ſi addatur, cadet in fundum, nec diſſolvetur. Fluidum tunc corpore diſſoluto *ſaturari* dicitur. Sic aqua certam tantum ſalis, et aër certam tantum aquae, quantitatem diſſolvit. Hinc aëre humido parum procedit evaporatio; ſed vento ſaturatum ſcilicet auferente, et liberiorem ſuppeditante aërem, magnopere adjuvatur. Eodem modo, quando aër humore ſaturatur, animalium halitus et perſpiratio viſibiles fiunt †.

4. Evaporationem aeque ac ſolutionem promovet calor, reprimit frigus. Si aqua frigida ſale ſaturatur, aucto calore plus diſſolvet; et aër humore jam ſaturatus, aucto etiam calore, plus diſſolvet. Si vero plena ſalis ſolutio in aqua calida fiat, haec aqua refrigens, aliquod ſalis, quod cadet ad fundum, relinquet. Simili modo, ſi multum aquae die calido exhalatum fuerit, pars ejus noctu, aëre frigente, in forma roris vel nebulae praecipitabitur. Sic in camera calida colligitur ros in parte feneſtrarum interiore, quarum pars exterior aëri frigido exponitur, et phialae liquore frigido plenae, in calido loco poſitae, ſuperficies, cito humore obducetur ‡.

5. Cor-

† Phyſical Eſſays, vol. 3. p. 92.

‡ Hamilton, p. 18. et Phyſical Eſſays, vol. 3. p. 93.

5. Corporis diſſoluti et fluidi vaporati, dato tempore, quantitas, *caeteris paribus*, de ſuperficiei magnitudine pendet. Ita ſal in pulverem redactus, citius quam in forma concreta, diſſolvitur. Sic etiam aqua per ſuperficiem latam diffuſa, vel in ſpumam tenuem diſſipata, multò citius quam in loco profundiore collecta, vaporatur †.

6. Chemici notant variorum ſalium in aqua ſolutione, nonnihil frigoris oriri; et nunc bene conſtat, gradum frigoris altum inter exhalandum produci ‡.

7. Rectificatus vini ſpiritus, aëre purgatus, ut experimento compertum eſt, magnam aëris bullam multo citius quam aqua imbibet. Hoc monſtrat attractionem vel (ut loquuntur chemici) affinitatem eſſe validiorem inter ſpiritum vini et aëra, quam inter aquam et aëra. Si igitur fluidorum evaporatio ex ſolutione in àëre oriatur, ſequitur, ſpiritum citius aqua vaporari; quod quidem verum eſt ||.

8. Si corpus in menſtruo diſſolvatur, et addatur aliud

cui

† Hamilton, p. 20.

‡ Ibid.

|| Ibid. p. 22.

cui menſtruum eſt magis quam corpori primo affine, diſſolvetur ſecundum, praecipitabitur primum. Sic fluidum aërem in ſe contentum emittit, ſi addatur corpus aliud, cum quo major quam cum aëre affinitas eſt. Eodem modo, ſi ſpiritui vini bene rectificato addatur aquae pluviae limpidae quantitas aequalis, haec fluida, magis inter ſe quam aëri affinia, conjungentur, et partem aëris contenti magnam dimittent, quae ad ſuperficiem aſcendet, vel vaſis lateribus in parvulis bullis adhaereſcet. Hoc, credo, monſtrat, aërem in his fluidis contineri eodem modo, quo corporis diſſoluti particulae in menſtruo continentur; et hinc concludo, aërem quem imbibit fluidum quodvis, in illo fluido revera diſſolvi, in ſenſu hujus verbi chemico; et quodvis etiam fluidum quod vaporatur, vel ab aëre imbibitur, in eodem verbi ſenſu, in aëre diſſolvi. Ex hoc principio dicere licet, aquam ſali tartari vel acido vitriolico, magis quam aëri, affinem eſſe, atque ideo ex aëre a ſicco ſale vel ab acido attrahi †.

9. Menſtruum, ſecundum denſitatem, plus minuſve diſſolvit; quoniam attractionem electivam, ſecundum particularum in menſtruo numerum, vi majore vel minore agere oportet. Ita, ſi ſtibium in aqua regia ſolutum aqua communi diluatur,

† Hamilton, p. 24.

diluatur, particulae acidae a ſe invicem remotae non diutius valebunt metallum ſuſtinere, quod ideo praecipitabitur. Sic etiam ex antliae pneumaticae excipulo, parte aëris extracta, adeo expanditur pars reliqua, ut aquam diſſolutam nequeat retinere, ſed nebuloſa fit, atque excipulum intus rore obducitur; hic autem ros, aëre admiſſo, iterum diſſolvitur, et nebulae evaneſcunt †.

10. Hoc etiam principio, ratio ſingulorum atmoſphaerae phaenomenorum facilis et haud redarguenda redditur. Sed hanc rem in diſſertationis hujus parte poſteriore nonnulla cum cura expendemus.

Hujus tamen doctrinae admiſſioni unum obſtat et ingens impedimentum. Dicitur enim evaporationem in *vacuo* fieri, atque ibi melius etiam quam in aëre aperto, procedere. Certum eſt aquam in vacuo ebullire, et affatim in fumum converti, calore 95 graduum, quum calor infra gradus 212, in aperto aëre, eoſdem effectus producere nequit.

SECT.

† Phyſical Eſſays, p. 92.

S E C T. VI.

Sententiam nunc conſideremus, quam hac de re tradidit Blackius, Profeſſor noſter jure celeberrimus †. Philoſophus ille probare conatur, corporum fluiditatem minus de igne ſenſibili, quem continent, pendere, quam de certa quantitate ignis qui in illis adeo latet, ut neque ſenſibus neque thermometro percipiatur, ſemper tamen erupturus in quibuſdam rerum ſtatibus, et ignis ſenſibilis vel mobilis formam induturus. Illum ab hoc, ignis *latentis* nomine diſtinxit, multiſque experimentis et obſervationibus pulcherrimis exiſtentiam ejus demonſtrat. Ita, quando aquae quantitates duae, menſura aequales, ſed calore diſcrepantes, una miſcentur, temperies miſturae eſt media arithmetica inter quantitatum nondum miſtarum calores. Sed, quando aqua calida et glacies una miſcentur, temperies multo minor evadit, quantitas ignis omnino evaneſcit. Certum eſt, non deleri hunc ignem; quoniam aquam in glaciem iterum convertendo, quantitas ignis effluit multo major, quam in aqua fluida percipi poſſet. Neceſſe eſt igitur,

† In praelectionibus Chemicis.

gitur, ignem, qui in hoc experimento amitti videtur, cum aqua intime conjungi, et ſenſibus non percipiendam fluiditatis cauſam fieri.

Opinatur Blackius et fluiditatem et evaporationem de eadem ignis operatione pendere; atque mutationem aquae in vaporem ſimilem eſſe mutationi glaciei in aquam. In fluidum ingredi putat, quantitatem ignis, quae, fluido in vaporem converſo, in ſtatum latentem tranſit, et ſit unum ex principiis ex quibus vapor conſtat; ſemper tamen formam propriam vapore condenſato iterum indutura.

Ad hoc probandum Blackius notat, aquam calidam ſub antliae pneumaticae excipulo poſitam ebullire violenter, et partim ſubito in vaporem diſpergi; aquam interea frigere celerrime, partem ignis evaneſcere, neque in vapore neque in aqua percipiendam. Concludendum eſt igitur, hunc ignem in vapore etiamnum exiſtere, ſed latere, methodis uſitatis ſe oſtendere recuſantem.

Experimento etiam, quod Cullenus inſtituit, illuſtratur haec doctrina. Phialam vitriolicum aethera continentem poſuit ille in vaſe aquae pleno, ſub antliae pneumaticae excipulo collocato. Exhauſto aëre, aether violenter ebullivit,

livit, et frigore in evaporatione producto gelavit circumjacens aqua †. Aqua in hoc experimento magnam amiſit ignis quantitatem, quae tamen neque in aethere neque in vapore poſſet detegi; quamque igitur in vaporis conſtitutionem aſſumi, et ibi latere, oportuiſſet.

Praeterea oſtendit Blackius, vaporum condenſatione in alembico communi, aquae frigidae vaporem condenſanti, communicari tantum ignis, quantum ad gradum uſque ferri candentis liquorem diſtillatum calefacere ſufficeret. Vapor tamen nunquam calidior evadit, quam aqua ebulliens unde emittitur; adeo ut hunc ignis exceſſum in vapore latuiſſe liqueat, condenſationis tempore tantummodo percipiendum. Hanc ignis quantitatem modo ſequenti computat. Pone in vaſe refrigeratore 100 libras aquae contentas, et libram unam diſtillari. Si aquae in refrigeratore communicentur 10 gradus caloris, libram unam diſtillatam 1000 gradus amiſiſſe ſequitur. Si tranſeundo per refrigeratoris canalem, ad graduum 50 temperiem redigatur aqua diſtillata, quum eidem in canalem ſub forma vaporis ineunti eſſet temperies graduum 212; tunc 162 tantum gradus ignis ſenſibilis haec aqua amiſit; quem vero

† Eſſays phyſical and literary, vol. 2. p. 145.

vero ignem aquae in refrigeratore, hujus ignis pars reliqua tota, 800 gradus ſuperans, impertivit; in eadem vapore facta latebat adeo, ut ne vel thermometro poſſet indicari. Ex tali igitur calculo apparet, ignem vapori communicatum 800 gradus ſuperaſſe, qui ferri molem, ejuſdem cujus aqua magnitudinis, candefacere ſufficerent. In experimento quod inſtituit Wattus, communicabatur ignis ad gradus uſque 1000, quanquam aqua toto tempore calore tranſibat leni, paullo majore quam manus poſſet tolerare.

Evaporationis igitur rationem hujuſmodi reddit Blackius. Aqua in ſtatu fluido remanet, quamdiu ignis, in illa contentus, certam quantitatem non excedat: Si quando injiciatur quantitas major, haec cum aqua intime conjungitur, latet, et corpus format novum, vaporem ſcilicet, ab aqua unde derivatur omnino diverſum. Hic vapor in atmoſphaeram levitate aſcendit; atque ita ab aquae ſuperficie exhalatio procedit continua, quamdiu adſit plus ignis, quam aquam retinere fluidam ſufficiat.

Boylaeus, et Gauteron Academiae Gallicae, evaporationem a glaciei ſuperficie nonnullam eſſe repererunt. Hoc autem theoriae Blackii non repugnat; experimento enim

 inſigni

inſigni ille oſtendit, latentem aquae ignem inter congelandum evolvi et ſenſibilem fieri. Aqua gelans igitur et glacies in ea formata, procedente congelatione, ſemper ſunt aëre externo paullo calidiores; atque ideo haec aqua caloris ſui ſenſibilis partem aëri externo impertiet, et pars altera cum particulis aqueis intime conjungetur, et vaporem formabit, qui in atmoſphaeram exſurgat. Hoc, una cum aëris actione mechanica, ſuperficiem glaciei ſemper abradente, rationem hujus phaenomeni ſufficientem reddere videtur.

Ex principiis Blackii ſequitur, in uno tantum rerum ſtatu evaporationem paullulam vel nullam fieri; quando ſcilicet glacies ſolvitur, ſed non eſt jam ſoluta. Hic aqua revera ignem ab atmoſphaera accipit, ſed ignis, ſtatim ut accipitur, ſenſibilis eſſe deſinit, et latere incipit; et donec igni latente ſaturetur aqua, parum ignis ſenſibilis cum aquae particulis ad vaporem formandum conjungi poteſt. In hoc autem rerum ſtatu, theoria experimento confirmatur. Hamiltonus enim glaciei colliqueſcentis fruſtulum unum in excipulo exhauſto, et in alio aëris pleno fruſtulum aliud, incluſit; atque neutrum, 24 horis, quidquam evaporatione amiſiſſe comperit †.

Talis

† Hamilton on evaporation, p. 70.

Talis eſt doctrina Profeſſoris noſtri celeberrimi. Sed Chemicus egregius Irvinus Glaſcuenſis, hunc ignis in corpora influxum non eſſe cauſam, ſed e contrario effectum, fluiditatis et evaporationis contendit. Farenheitii experimenta a philoſophis quibuſdam recentioribus, et praecipue a Blackio repetita et emendata, ſatis demonſtrant, corporibus diverſis ejuſdem a thermometro indicatae temperiei, longe diverſos ignis quantitates revera ineſſe. Haec experimenta proſequens Irvinus obſervavit, corpus idem ſub formis diverſis examinatum, magis vel minus ignis capax ſemet oſtendere. Sic glacies, cum mercurio 20 gradibus ſe frigidiore miſta, minus ignis ei impertivit, quam aqua cum mercurio 20 gradibus frigidiore miſta. Hinc concludit Irvinus, corpora, in fluiditatis vel evaporationis ſtatum tranſeundo, abſorbere ignem, propterea quod forma eorum mutatur, unde magis capacia ignis redduntur. In eandem quoque ſententiam Cleghornius abiit, ſuis de igne opinionibus magis congruam arbitratus †.

Num haec ſententia vera ſit necne, quoniam experimenta quibus nititur nondum in medium protulit Irvinus, mihi dijudicare nunc non foret aequum. Hoc ſaltem notare fas ſit, ſumma cum cura et inſtituenda, et, poſt inſtituta,

† Diſputatio inauguralis de igne 1779 edita, p. 25.

ſtituta, repetenda eſſe talia experimenta, antequam opinionem eſſe ſtabilitam rite concludamus.

SECT. VII.

Recenſitis theoriis diverſis, quae ad evaporationem explicandam ſunt propoſitae, mihi liceat conjecturam ſequentem proponere, quam quidem hoc tempore proferre piget, antequam rite eam proſequi otium ſineret.

Apparet mihi evaporationem eſſe proceſſum revera duplicem; vaporem primo, ut arbitratur Blackius, ab ignis influxu formari †, atque hunc vaporem, jam formatum, eſſe facile in aëre ſolubilem.

Purus vapor in aëre nondum ſolutus, vim elaſticam immenſam poſſidere videtur; cujus rei exempla videmus inſignia in machinis Saveriana atque Papiniana, ubi vapor elaſticitate aërem magnopere ſuperat. Sed poſtquam vapor in aëre diſſolvitur, nullam hujus elaſticitatis notam reperimus; e contrario, aëris ipſius elaſticitas, conjunctione tali, multum diminuta videtur ‡.

Si

† Vid. p. 29.

‡ Vid. Boerhaavii Elementa Chemiae, vol. I. p. 468.

Si vapor continuo per aërem aſcenderet, nec ibi diſſolveretur, tunc aër, uti credo, haud maneret tranſlucidus; radiis luminis diverſe refractis viſus fieret confuſus; et res omnes motu illo tremulo, de quo facta eſt mentio, undulata appareret. Atque hoc argumentum gravius videbitur, ſi reputemus quam immenſa moles aquae a terrae ſuperficie ſemper exhaletur.

Si aëris vim diſſolventem denegemus, haud equidem concipere poſſum, quomodo vapores ſupra terrae ſuperficiem ad altitudinem ullam notabilem aſcenderent. In diſtillatione condenſantur, etiam quando pars apparatus unaquaeque ſat calida facta eſt; quanto citius igitur atmoſphaerae regionum ſuperiorum frigore intenſo eoſdem condenſari oporteret? Facile probari poteſt thermómetrum quinque millibus paſſuum ſupra terrae ſuperficiem poſitum, ad gradum uſque centeſimum ſaltem, infra o, ſcalae Farenheitianae, etiam in Zona Torrida, eſſe deſcenſurum †. Hinc concludo, quod niſi vapor in aëre diſſolveretur, ignis ejus latens evocaretur cito, atque vapor ipſe in aquam congelaret; adeo ut neque alte aſcenderet, neque, ſi forte ſublatus eſſet, ſuſpenderetur diu.

Si

† Vide Cleghorn de Igne, p. 46.

Si ignis eſſet evaporationis cauſa unica, tunc aqua in calido et ſereno loco citius exhalaretur, quam flamini expoſita in loco frigidiore. Sed omnibus bene notum eſt, rem non ita ſe habere. Nemo eſt qui non notavit quanta efficacitate ventus agros, vias, vicoſque, poſt multam pluviam, exſiccare valet.

Argumenta antehac illata ad ſolutionem aquae in aëre probandum validiſſima videntur; atque ex hypotheſi quam nunc propono plane videmus, quod aqua, etiamſi excipulo exhauſto in vaporem igne convertatur, tamen, defectu aëris ad vaporem diſſolvendum, paullulum tantum aſcendet, et ſtatim in forma roris praecipitabitur, vel in lateribus excipuli ſtillatim defluet.

CAPUT II.

De quantitate aquae in aërem exhalata.

Immenſam aquae quantitatem in aëra omnibus temporibus aſcendentem, ex obſervationibus quae ſequuntur, quodammodo concipere poſſumus.

1. Notetur

1. Notetur quantitas fluidi ab animalium corporibus exhalati. Perſpirationem humani corporis non ſenſibilem 5 libras pondere 24 horis aequare, Sanctorius ponit †; Keilius vero a libra una et dimidia ad libras tres ‡. Ex his perſpirationis, tum apud Venetos tum in Anglia, exemplis, videre licet, quanta a toto genere humano, quantà a toto animalium genere, perſpiratio foret.

2. Quantitas a plantis exhalata. Plantae Heliotropii, 3 pedes et dimidium altae, perſpirationem mediam reperit Haleſius 22 uncias 12 horis ‖. Plantae Braſſicae capitatae, magnitudinis mediae, reperit 19 uncias eodem tempore §; et vitis novellae, 5 uncias, 240 grana ††. Ex his exemplis conjectari quodammodo poſſumus, quantum fluidi a plantarum genere univerſo exhaletur.

3. Immenſa ex hujus orbis aqua exhalatio. Ex vaſe pleno aqua, aeque ac oceanus ſalſa, quantitatem vaporatam Hallaeus notans, computavit quantitatem e mari

Mediterraneo

† Medicina Stat. § 1. aphor. 6.

‡ Med. Stat. Britan. p. 14.

‖ Vegetable Statics, vol. 1. p. 10.

§ Ibid. p. 15.

†† Ibid. p. 18.

Mediterraneo ſolo, die aeſtivo unico, eſſe 5,280,000,000 dolia majora †. Et huic calculo addendum eſt, quantum a ventis et undarum agitatione adjuvetur exhalatio.

4. Quantitas aquae e terrae ſuperficie exhalata. Die ſereno, ab unoquoque viridarii tonſi jugero, ſupra 1600 aquae congios, 12 horis, diſſipari Watſonus invenit; quanquam per menſem et amplius pluvia nulla ceciderat, et herba facta fuerat fuſca. Experimentum aliud dedit 1973 congios ab uno jugero, 12 horis; et aliud, ubi terrae calor radiis Solis a pariete lateritio reflexis augebatur, dedit 2800 congios. Semita quoque, ut Watſonus obſervavit, ſicca quantum apparuit, et ubi nulla erat herba, vaporem affatim, quanquam non aeque abundanter ac ager herboſus, emiſit ‡. Ex his experimentis veriſimillimum videtur, durante tempeſtate pluviali, intra Zonam Torridam, non minus 5 vel 6 millibus aquae congiis, ab unoquoque agri jugero, 24 horis, diſſipari.

5. Ad haec omnia ſunt addendae quantitates magnae fumi, et vaporum aliorum, a fomite incenſo, diſperſae; fomes enim ex aqua praecipue conſtare videtur. Ratio quoque

† Phil. Tranſ. No. 189. Lowthorp's abridgment, vol. 2. p. 109.

‡ Chemical Eſſays, vol. 3. a pag. 52. ad p. 69.

quoque habenda eſt electricitatis, utpote evaporationem promoventis plurimum, quod quidem a Nolleti experimentis apparet.

Hiſce obſervationibus, quantitatem aquae immenſam, aridiſſima etiam tempeſtate, in aëre incluſam, concipere adjuvamur. In oceano vivere revera dici poſſumus; hujus quidem oceani aqua raro eſt ſenſibus obnoxia; eam neque videmus, neque, dum in aëre diſſolutus maneat, humidam ſentimus; ſed nihilominus eſt aqua, quanquam nec videri nec tangi queat; ſicuti ſal in aqua diſſolutus, quanquam et manus et oculos penitus effugiat, non ideo ſal eſſe deſinit †.

Sicuti atmoſphaera ſemper aqua, ſic aqua in terrae ſuperficie ſemper aëre, oneratur. Animalium aquaticorum gentes numeroſae, oceanum aqueum incolentes, perirent ibi, ſi nullus aër ineſſet; et haud a vero abſimilis videtur conjectura, animalia, in hoc oceano aërio viventia, ſine aqua ibi diſſoluta, peritura fore ‡.

Boerhaavius pondus aëris fere totum aquae in eo ſuſpenſae attribui volebat ||. Sed utrum admittatur haecce

 conjectura

† Chemical eſſays, vol. 3. p. 85.

‡ Ibid. p. 186.

|| Elem. chemiae, vol. 1. p. 501.

conjectura necne, nunc tamen facile explicare poſſumus; cur non redundet Mare Caſpium ; et non cogimur ad hypotheſin illam duram, de exitibus ſubterraneis, perfugere. Intelligere etiam poſſumus, cur Mare Mediterraneum, quo flumina magna compluria non ceſſant influere, ſubſidium tamen perpetuum ab oceano requirat.

CAPUT III.

De quibuſdam Evaporationis effectibus.

SECT. I.

Una ex rebus quae evaporationem comitantur, eſt frigoris notabilis generatio. Hujus rei mentionem fecit Amontonſius anno 1699 †. Mairanus poſtea, anno ſcilicet 1749, hoc phaenomenon obſervavit ‡, et Muſchenbroekus quoque, ut apparet ex libro ſuo, *Eſſai de Phyſique.* Profeſſor Richman Petropolitanus compluria narravit experimenta,

† Mem. de l'Acad. des Scien. à Paris 1699.

‡ Diſſertation ſur le Glace.

menta, quae hac de re inſtituit annis 1747 et 1748; ſed non thermometri deſcenſum, bulbo areſcente, principiis evaporationis explicavit †.

Primus Cullenus hoc principium ſpeciatim illuſtravit, in chartula anno 1756 vulgata; ubi oſtendit frigus eſſe majus, evaporatione in vacuo, quam in aëre aperto, facta ‡.

Franklinius, in epiſtola Junio 1758 data, ſe dicit, una cum Hadleio chemiae profeſſore Cambrigienſi, experimentum inſtituiſſe, ubi thermometri bulbum aethere humectando, et follibus afflando, a 65 gradibus, uſque ad 7 ſupra 0, mercurium depreſſit ||.

Poſtremo, Profeſſor Braunius, cui argenti vivi congelantis inventionem philoſophi debent, hancce rem altius indagavit, vulgata tabula graduum frigoris, durante fluidorum evaporatione geniti §.

Gradus

† Novi Comment. Petrop. tom. I. pro 1747 et 1748.

‡ Phyſical and literary eſſays, vol. 2. p. 145.

|| Franklin on electricity, p. 363.

§ Novi Comment. Petrop. tom. 10. 1764.

Gradus frigoris ita geniti, de evaporationis celeritate praecipue pendere videtur. Ita plus frigoris obſervatur, ſi thermometrum ſpiritu vini, quam ſi aqua, madefiat, atque vitriolico aethere, adhuc amplius quam ſpiritu vini, producitur. Frigus augetur quoque thermometri bulbo follibus afflato, unde evaporatio acceleretur. Frigus nullum producitur, ſi oleo ex lini ſemine extracto, vel aliis ejuſmodi oleis, oblinatur thermometrum ; calore enim atmoſphaerae ordinario, haec olea, quatenus percipi poſſit, non vaporantur. Quando thermometri bulbus acido vitriolico forti humectatur, non modo non frigeſcit, ſed etiam caleſcit, et mercurius aſcendit. Hunc effectum producit calor ortus ex acidi vitriolici conjunctione cum aqua, quam ex aëre elicit †.

Methodi liquores refrigerandi et glaciem formandi, in India Orientali ‡ et Africae ora ||, uſitata, nititur hoc ipſo principio, frigus evaporatione produci. Eodem modo magis tolerandus incolis fervor Zonae Torridae evadit. Hi

† Vide experimenta à Duce d'Ayen de hac re inſtituta, apud Memoires de l'Academie des Sciences à Paris.

‡ Ives voyage, p. 77 et Zimmerman's treatiſe of phyſic, vol. 2. p. 151.

|| Phil. Tranſ. 1780, p. 486.

Hi quantitates fluidorum tenuium magna inglutiunt, quae perſpiratione praecipue emittuntur, atque frigus, durante ſudoris evaporatione genitum, ad refrigeranda corpora magnopere confert †.

Blackius primus philoſophorum hujus phaenomeni cauſam indicavit, tranſitum ſcilicet, durante evaporatione, ingentis copiae ignis in ſtatum latentem. Atque hoc quidem certum manet, utrum, ſecundum Blackium, hic tranſitus pro cauſa, vel, ſecundum Irvinum, pro effectu evaporationis ſolummodo, ſit habendus.

S E C T. II.

Fluidorum quodam tenus calefactorum evaporationem comitatur motus inteſtinus, qui *ebullitio* nominatur. Eſt in fluidis aliis alius gradus caloris ad hunc motum efficiendum neceſſarius. In aethere vitriolico, et praeſertim in nitroſo, ſufficit calor paullo tantum major aeſtatis noſtrae calore. Vini ſpiritus ebullit gradibus 175; aqua 212 requirit; oleum ex lini ſemine extractum et mercurius, circa 600, atque metalla gradus etiam plures requirunt.

Ebullitionis

† Blackii praelectiones academicae.

Ebullitionis punctum ſaepe appellatum eſt punctum Evaporationis †. Quod quidem nomen minime convenit; denotare enim videtur, evaporationem fieri nullam, donec ad eum uſque gradum calefacta fuerint fluida.

A compluribus quoque philoſophis evaporatio in ſpontaneam et ſenſibilem dividitur; quarum prior obtinet, ſi atmoſphaerae tantummodo fluidum exponatur, poſterior vero, non ſine igni adhibito; atque in his duobus exemplis, proceſſus omnino diverſi aeſtimati fuerunt ‡. Inter haec tamen limites certi nulli deſignari poſſunt; proceſſus enim gradu tantum inter ſe differunt; atque potius ex uniformitate, in naturae operibus adeo conſpicua, utroſque ex eadem cauſa oriri concludere debemus.

In aquae ebullitione res maxime notanda, eſt bullarum a fundo ſurgentium magnarum et multarum formatio. Philoſophi hoc phaenomenon principiis variis explanare ſunt conati; ſed forſitan nulla ratio, omnibus numeris abſoluta, adhuc eſt in medium prolata.

Boerhaavius

† Encycloped. Edinburg.

‡ Ibid. vid. etiam Hamilton's Eſſay, p. 68.

Boerhaavius probavit, has bullas non ex aëre in aqua rarefacto formari; quoniam diu poſt omnem aërem expulſum aſcendere pergunt. Sentire videtur cum Stairs, cujus opus citat, eas ‘ ex *igniculis* quibuſdam intra aquam ‘ agentibus,’ oriri †.

Mariottus eas nominat *fulminationes*, quas procedere credit ex ſalis alicujus particulis, quae ſcilicet, eodem modo quo *aurum fulminans*, calefactae exploduntur ‡.

Hombergius, et chemici plurimi, fluido ſubtili elaſtico, ab igni per vaſis fundum tranſmiſſo, bullas oriri crediderunt. Sed fluidum adeo ſubtile, ut per vaſis fundum tranſiret, per aquam etiam tranſire, ſine eam turbando, veriſimillimum eſſe videtur ‖.

Hookius vero hanc rationem reddit; aquae in vaſe imo particulas a calore converti in vaporem elaſticum, qui ſe expandit, viamque ſurſum per aquam reliquam, bullas

† Elementa chemiae, vol. I. p. 515.

‡ Hamilton's Eſſay, p. 58. and Elementa Chemiae, vol. I. p. 515.

‖ Ibid.

bullas magnas formans, perrumpit *. Manifeſtum eſt, particulas fundo vaſis proximas, atque ideo et atmoſphaerae et aquae incumbentis pondere deorſum preſſas, ut per aquam reliquam exſurgant, gradum caloris majorem requirere, quam qui, particulas in aquae ſuperficie, ſub forma vaporis, per aërem diſpergere ſufficeret. Sed particulae inferiores, fundum vaſis contingentes, tantum caloris gradum tandem acquirent, quantus ipſas in vaporem convertat, vique afficiat repulſiva, quae pondus incumbens ſuperare valebit, et ipſas ſubito expandere in bullas illas, quae per aquam violenter ebullientem tolluntur.

Huic opinioni aſſentiuntur Nolletus, Hamiltonus † et Blackius ‡; atque omnium rationum quae adhuc ſunt redditae, haec ſine dubio veriſimillima videtur.

Ita, aqua calefacta, quanquam nonnihil infra ebullitionis punctum, ſub excipulo exhauſto poſita, violentius etiam quam ſuper igni, ebullit; bullis plurimis ex ipſa undequaque prorumpentibus. In hoc ſtatu, non credendum

* Birch's Hiſtory of the Royal Society.

† Eſſay on Evaporation, p. 59.

‡ Praelectiones Academicae.

dum eſt, fluidum ullum ſubtile per vaſis fundum aſcendere: Sed calor, quem aqua retinet, ipſius particulis vim dabit repulſivam, quanta pondus parvum incumbens ſuperare, ipſaſque in bullas expandere, ſufficiat. Hae bullae manifeſto vapore diſtenduntur; quum primum enim diſrumpi incipiunt, excipulum impletur vapore, qui in ipſius lateribus ubique in aquam condenſatur. Unde videmus, quare in vacuo aqua gradu caloris minore ebullit.

Experimentum quod multum illuſtrat quae hic de ebullitionis natura proferuntur, excogitavit Watſonus. Vas vitri magnum ſumpſit, thermometro, cum bulbo inferius poſito, ſimile. Bulbus plus quam congium cepit; tuba diametro parva, et pedes ſupra duos longa, erat. Hoc vas, ad ſummam tubam uſque, aqua ebullienti implevit, et ſubere quam arctiſſime occluſit. Primo aqua ſuber contigit; brevi autem frigidior facta, ſe contraxit, et in tuba ſubſedit. Attamen, quanquam aqua ab igni amota eſſet,—frigidior fieret,—et jam aliquantum temporis prorſus deſiiſſet ebullire; violentiſſime de novo ebullire coepit. Bullae erant magnae et multae, atque in ſpatium ubi dirumpebantur, inter ſuber et aquae ſuperficiem, per duas horas et amplius aſcendere pergebant. Ferro candente, ad tubae partem illam, per quam aqua ſe contrahendo deſcenderat,

ſcenderat, adhibito, ebullitio ſtatim ceſſavit; amoto ferro, de novo incepit; at violentior ſolito fiebat, quando, panno in aquam frigidam immerſo admoto, pars illa refrigerabatur.—Calor aquae, poſtquam ebullire deſiiſſet, 130 graduum inventus eſt.

Horum phaenomenorum rationem reddere, haud difficile eſt: Aqua ſubſidente, inter ipſius ſuperficiem et ſuber relinquitur *vacuum*. Fluidum igitur, quamvis calor continuo diminuatur, tamen, propter pondus ſuper ſuperficie diminutum, ebullire pergit. Sed hoc tubae ſpatium non eſt vacuum omnino abſolutum; namque, et vapore ab aqua ſublato, et paullulo aëris, occupatur. Calor elaſticitatem et vaporis et aëris auget; et proinde auget vim in aquae ſuperficiem. Hinc ceſſat ebullitio, ferro candente admoto; atque hinc, vi in ſuperficiem per pannum frigidum diminuta, ebullitio violentior fit †.

Hoc experimentum quoque pulcherrime oſtendit, quare punctum ebullitionis in aqua, ſecundum pondera atmoſphaerae diverſa, mutatur. Nuper, haec res accuratiſſime

examinata

† Watſon's Chemical Eſſays, vol. 3. p. 159. et ſequent.

examinata eſt a De Luc et Shuckburg; atque tabula, concluſiones experimentorum continens, a Cavallo, in tractatu ſuo de aëre, promulgatur †.

SECT. III.

Quoniam vaporis in aëre ſolutio fortem inter utrorumque particulas attractionem mutuam indicat; vaporis igitur particulae, ſtatim ut diſſolvuntur, aſcendent, aëris ſupra ſe ſiccioris attractione, et altius atque altius ſenſim diffundentur, aëre inferiori particularum novarum capaci relicto. Sed, quando hoc proceſſu et ventis adjuvantibus, in loca altiora et frigidiora tollantur, tunc ex caloris defectu non poſſunt omnes diſſolutae manere; complures igitur coaleſcent in guttulas, quae leviter inter ſe attractae, et cum aëre intermiſtae, *nubes* formabunt.

Hae nubes manebunt ſuſpenſae, quia particularum pondus reſiſtentiam aëris ſuperare non valebit. Quando enim diminuuntur corpora, eorum quantitates materiae, quibus proportionalia ſunt pondera, decreſcunt ratione

majore

† Cavallo on air, p. 215.

majore quam ſuperficies, quibus proportionalis eſt reſiſtentia. In particulis igitur parvulis haec reſiſtentia pondere major evadere poteſt †. Nubes quoque materiem electricam colligunt, ut ex fulmine manifeſtum eſt; atque hanc ad ipſarum ſuſpenſionem conferre, veriſimile videtur.

Altitudo, ubi nubes formantur, pendet ex vaporum quantitate ſublata, et gradibus caloris in partibus atmoſphaerae ſuperioribus; ſemper enim aſcendent vapores, donec ad aërem perveniant adeo frigidum vel adeo rarum, ut omnes qui ſublati fuerint diſſolutas retinere nequeat ‡. Hinc nubes aeſtate quam hyeme plerumque ſunt altiores.

Quando nubes acceſſione continua vaporum multum augeantur, et particulae cogantur vento, coaleſcunt in guttas graviores quae ſub ſpecie *pluviae* deſcendunt §. Si pluvia ex nubibus alte ſuſpenſis proveniat, complures guttae inter deſcendendum coaleſcent, et guttas formabunt magnas, quales in imbribus aeſtivis, vel in pluvia poſt tonitru,

† Hamilton's Eſſay, p. 29. 30.

‡ Ibid, p. 30.

§ Ibid. p. 31.

tonitru, conſpiciuntur. Sed, quando nubes prope ad terrae ſuperficiem immineant, guttas pluviae minutiſſimas plerumque videmus.

Aliquando ante congelantur nubes quam earum particulae in guttas colligantur; et tunc fruſtula parva condenſata, et frigore graviora facta, deſcendunt in floccis *nivis* tenuibus, qui nubis congelatae fragmina videntur. Sin particulae ante congelationem formentur in guttas, tunc *grando* fit †. Nubibus in ſublimes atmoſphaerae regiones, ubi frigus ſit intenſum, aſcendentibus, aliquando aeſtate etiam grandinat.

Si quando aër vaporibus oneretur, et aura frigida ſubita, qualis ſaepe a mari, oriatur, vaporum ſolutio reprimitur, atque etiam praecipitatio fit aliqua; ſic in atmoſphaerae partibus inferioribus formantur *nebulae*, quas Anglice *fog*, vel *miſt*, nominamus. Interdum hoc mane tantum frigido evenit, ſcilicet, Sole aliquantum temporis orto, aër calefactus vapores diſſolvit, atque dies elucet ‡. Simili modo, veſpere diei sereni nebula ſaepe formatur,

quia

† Hamilton's eſſay, p. 31.

‡ Ibid.

quia tunc aër vapores omnes Sole lucente ſublatos, in ſtatu ſolutionis retinere nequit.

Pars *roris* maxima hoc modo praecipitatur; ſed ex Du Faii experimentis † apparet, roris aliquantum eſſe vaporem, quem, durante etiam frigore noctis, terra exhalat, ſed quem aër tunc temporis non valet diſſolvere. Ros, vel nebula ſuper terrae ſuperficie frigore congelata, *pruinam* facit.

Jam notatum eſt, ſi phiala liquore frigido plena aëri calido exponatur, rorem in ejus ſuperficiem cito collectum iri, ex humore quem deponit refrigeratus aër. Si hoc corpus eundem adhuc frigoris gradum retineat, aëre interea ſuper eo tranſeunte, ros in ejus ſuperficiem ſemper augebitur, et tandem per ejus latera in parvulis aquae rivulis defluet. Atque hoc ipſo modo res ſeſe habere videntur in montibus, quorum culmina ad partes atmoſphaerae frigidiores attingant. Vento enim aërem inferiorem, quae calidiſſima ſemper eſt, vaporibuſque praecipue referta, in montium latera afflante, aër iſte, curſu utpote impeditus, aſcendat, perque culmina tranſeat, neceſſe eſt. Hic aër igitur, ſuper latera montium et culmina progrediens,

† Mem. de l'Acad. des Scien. à Paris.

grediens, non nihil refrigebit, atque inde vaporis in ſe contenti magnam deponet partem; quae pars ſuper montium ſuperficie praecipitabitur, ubi in locis terrenis ſubſidet, vel ſeſe inter rupium rimas et fiſſuras inſinuabit, intraque terram colligetur in *ſcaturiginibus* et *fontibus*, olim eruptura, et originem praebitura *fluminibus*, quae in regionibus montanis plerumque oriuntur. Hoc modo prope ad montes fierent fonticuli et rivuli, quanquam nec nubes exiſterent, nec pluvia. Sed humor, quem aër in montibus deponere ſolet, a nubibus in ipſos actis et vento coacervatis, multum augebitur; harum enim particulae ita compreſſae, in pluviae guttulas coaleſcent. Praeterea, clare conſtat, montes nebulas circa ſe attractione colligere atque retinere; unde ſaepe nebulas quaſdam in montibus quieſcere videmus, dum aliae vento lente provehantur. Hinc etiam regiones, altis montibus vicinae, imbribus frequentibus maxime ſunt obnoxiae †.

Si igitur immenſae vaporum quantitatis, in atmoſphaeram continuo aſcendentis, rationem habeamus, non erit, puto, difficile conceptu, quomodo fontes et flumina omnia, in terrae ſuperficie, aqua ſuppeditentur, abſque canalibus

† Hamilton's eſſay, p. 42. et 43.

nalibus et ſyphonibus hypotheticis, per quos Derhamius †, Plot ‡, aliique complures philoſophi, oceani aquam percolari et dulcem fieri, credebant.

Haec, induſtria praecipue in ſententiis aliorum eruendis, meoque etiam quadam ex parte ingenio fretus, veſtro, Profeſſores optimi, judicio ſubmiſi. Viribus propriis ingenioque adhuc infirmo diffiſus, trepida cum manu ad aliorum theorias evertendas, quamque ipſe ſum amplexus ſententiam confirmandam, acceſſi.

Quum et nimis feſtinanter conſcriptum ſit hoc opuſculum, et limitibus anguſtis incluſum, ſententiam ex omni parte ſtabilire meam haud licuit. Vobis autem, ſi a vero non omnino alienum, quicquid hic novi ſit, videatur, ſumma pro felicitate, ſummoque pro honore, ſemper habebo.

† Phyſico-theology, p. 51.

‡ Tentamen Phil. de orig. Font. paſſim.

F I N I S.